

# HITRAP

# Retrofit Beam Instrumentation

A. Reiter

24. Sept. 2022

Letzte Aktualisierung: 12. Mai 2022

Vorläufige Zusammenstellung des Status sowie der anstehenden Arbeiten für  
die Wieder-Inbetriebnahme von HITRAP im Mai 2022

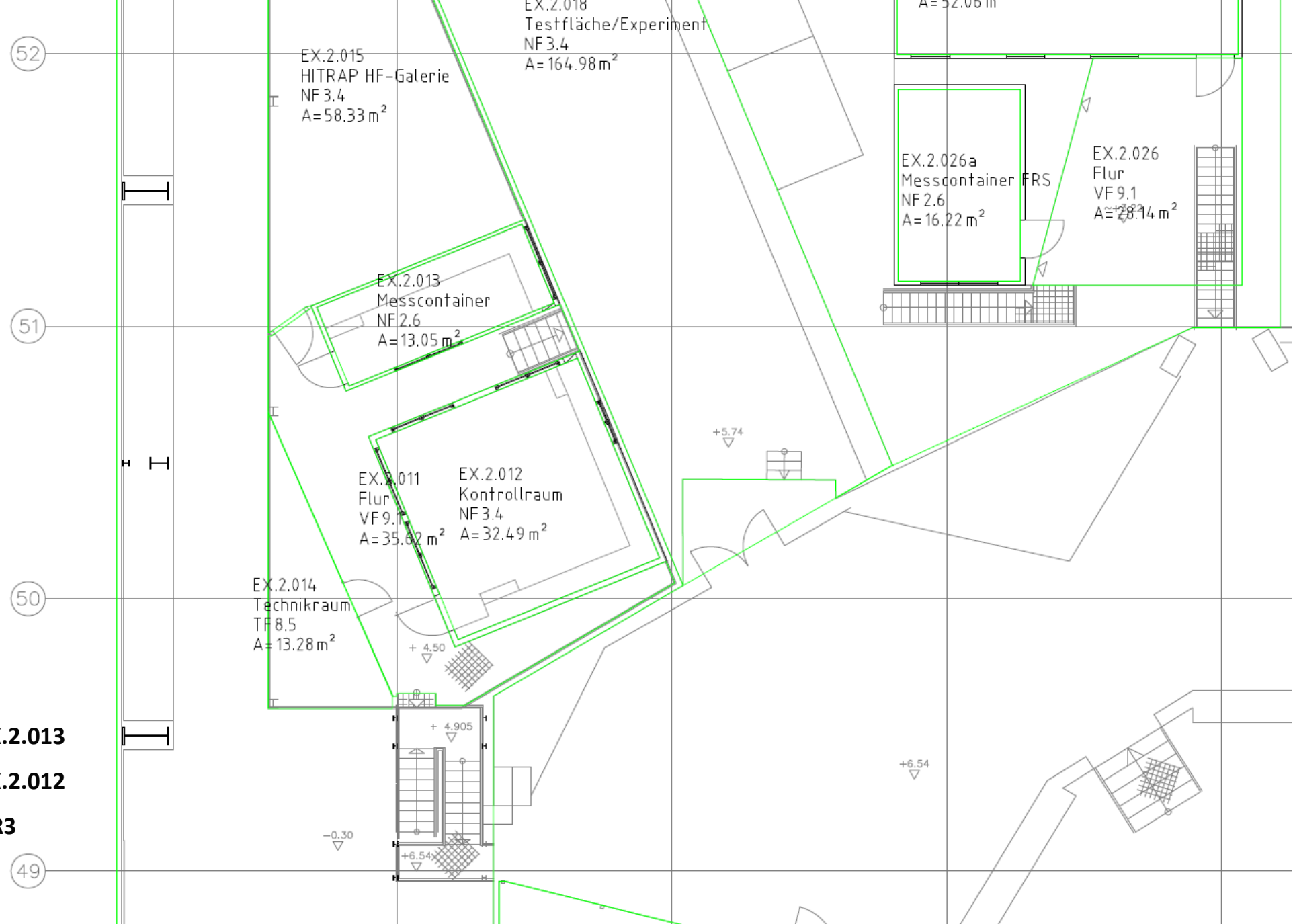
# Mess-Container und lokaler Kontrollraum in EX.2

Elektronik für Diagnose  
in EX.2.013 in Racks 5 bis 7  
HV für FCs in Rack 4

CUPID in EX.2.012

## Liste der wichtigsten Räume

- HITRAP Container Tel. 1576 EX.2.013
- Lokaler Kontrollraum Tel. 1575 EX.2.012
- HKR CRYRING Konsole Tel. 2234 BR3



## Mess-Container in EX.2

EX.2.019  
Abstellraum  
NF 1.3  
A=8,41 m<sup>2</sup>

EX.2.017  
Abstellraum  
NF 7.3  
A=26,29 m<sup>2</sup>

EX.2.016  
PRESPEC/Experiment  
NF 3.4  
A=19,60 m<sup>2</sup>

EX.2.015  
HITRAP HF-Galerie  
NF 3.4  
A=58,33 m<sup>2</sup>

EX.2.018  
Testfläche/Experiment  
NF 3.4  
A=154,98 m<sup>2</sup>

EX.2.025  
Technik-/Kontrollraum  
NF 2.6  
A=52,06 m<sup>2</sup>

EX.2.026a  
Messcontainer  
NF 2.6  
A=16,22 m<sup>2</sup>

EX.2.026  
Flur  
VF 9.1  
A=28,14 m<sup>2</sup>

EX.2.001b  
Lager  
NF 4.1  
A=43,40 m<sup>2</sup>

EX.2.030  
Lager  
NF 4.1  
A=33,05 m<sup>2</sup>

EX.2.009  
NSHV/Traforaum  
TF 8.5  
A=46,64 m<sup>2</sup>

EX.2.031  
Lager  
NF 4.1  
A=37,43 m<sup>2</sup>

EX.2.008  
Flur  
VF 9.1  
A=15,18 m<sup>2</sup>

EX.2.010  
Treppenhaus  
VF 9.2  
A=13,21 m<sup>2</sup>

EX.2.032  
Lager  
NF 4.1  
A=50,36 m<sup>2</sup>

EX.2.011  
Flur  
VF 9.1  
A=35,62 m<sup>2</sup>

EX.2.012  
Kontrollraum  
NF 3.4  
A=32,49 m<sup>2</sup>

EX.2.014  
Technikraum  
TF 8.5  
A=13,28 m<sup>2</sup>

EX.2.020  
Montageplatz  
NF 3.2  
A=33,34 m<sup>2</sup>

EX.2.007  
HEST Magnetstromversorgung  
TF 8.9  
A=362,28 m<sup>2</sup>

# HITRAP Setup

## Overview:

Upgrade 2021/2022

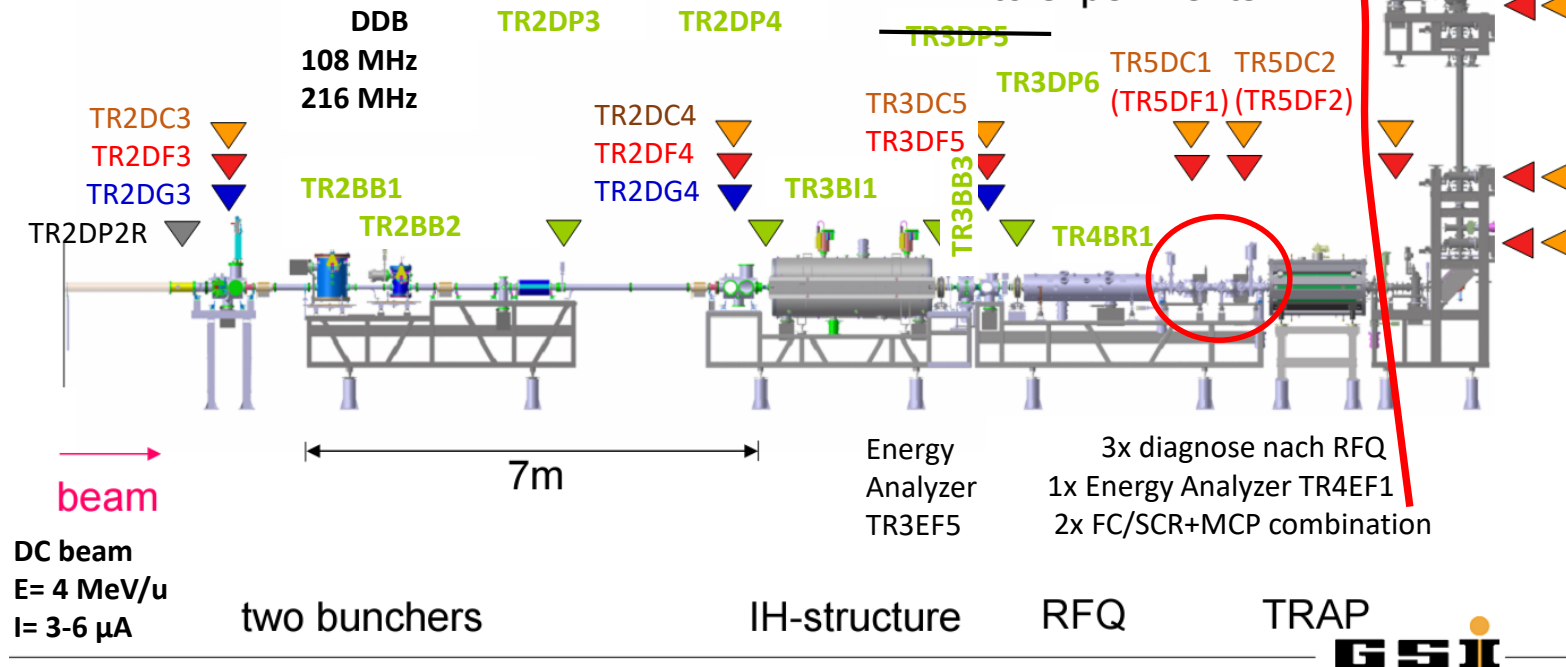
Upgrade 2022/2023 ???

- ▼ Faraday cups
- ▼ Scintillation screens
- ▼ Harps
- ▼ „Tubular" pick ups
- ▼ Ring pick ups

Experiment Area

ESR beam line  
2x SCR + 1x FC

TR1DF0  
TR1DF2  
TR1DC1





# Überblick Diagnosesysteme für Strahlzeit 2022

- **Geräte und Systeme Datenerfassung**

- Screen: HITRAP CUPID
- Faraday Cup: HITRAP CUPS: wie bei CRYRING - VME FESA DAQ + Konnektor Box + Femto-Verstärker
- Phasensonden: HITRAP Phaseprobe: wie bei UNILAC - PC DAQ mit FESA Klasse & direkte Nutzung des Oszilloskops im Wechsel durch den Nutzer; Ansteuerung DPX Verstärker via DevAcc & DeviceControl (ACO)
- SEM-Gitter: Sensitivität zu gering, daher im Betrieb meist nicht benutzt. Auslese via DevAcc (ACO).

Ziel: Betriebsfähigkeit für Strahlzeit Ende Mai!  
Upgrade bis maximal TR5Dx2 in Shutdown 2021

Aus Protokoll Koordinations-Sitzung 20. Januar 2022:

**17.-28.05.2022: HITRAP Inbetriebnahme mit Strahl vom ESR**

# Überblick Infrastruktur

- **Hochspannung HV**
  - HV Crate kann wie bisher benutzt werden. Keine Auslese, aber nicht zwingend notwendig!
  - HV Kabelverbindung erzeugt deutliches Rauschen und Spikes auf FC Signalen von Femto-Verstärkern!!!!
- **Schrittmotor**
  - nicht für BEA Geräte vorgesehen. Es gibt Blenden und weitere Antriebe, die von den Experimentatoren/HITRAP verantwortet werden.
- **Pressluft-Antriebe & Steuerung**
  - Ansteuerung wie bisher => ACO Control Interface via DevAcc für Geräte PLA, PG, DPX in Anwendung DeviceControl (oder Joda PLA)
  - Verriegelungen von PL-Antrieben (nach IH-DTL und RFQ für Energie-Analysatoren (EA))
- **Container**
  - LeCroy WaveRunner 6030A für allg. Zwecke
  - Keysight 2000X series scope DECOSZI004 (70 MHz BW) für Spezialesignale & FCs
  - Spezial-Genesys sddsc021 mit VME Timing Receiver (6 + 1 Kanäle) für Triggersignale über WR Timing System (GMT)
  - TIF Einschübe für Triggersignale über MIL-Bus
  - Linux PC sdlx050 (user: spill)
- **ACO: Netzwerk und WR Timing**
  - ACC Netzwerk: 20 port Switch in lokalem Kontrollraum
  - Neues LWL Kabel (8 Adern) in CUPID Rack
  - ACO Launcher: HITRAP eingerichtet



# Strahldiagnose Überblick der wichtigsten Geräte

Gerät	Typ	Kommentar	Antrieb	HV	DAQ / Erfassung	CPU / Crate	Weitere Bemerkungen
TR1DF0	Kamera	Extraktionskamera	PL	N	CUPID	sddsc133 /sdmch067	
TR1DF2	FAIR SCR		PL	N	CUPID		
TR1DC1	FC	Lokales Netzteil!	PL	Y	FC DAQ Ch.1	sddsc030 / sdvme015	
TR2DC3	FC	HV abgezogen!	PL	(Y)	FC DAQ Ch. 3		
TR2DF3	FAIR SCR		PL	N	CUPID		
(TR2DG3)	SEM-Gitter		PL	N	DevAcc (wie bisher)	GSI System	Nicht sensitiv genug!
TR2DP2R	Rohrsonde			N	FC DAQ Ch. 2		
No name	Diaphragma	Fixed gain 10 <sup>5</sup> V/A		N	Oszi DECOSZI004	140.181.146.20	
TR2BB1	Tanksignal			N	TOF-Oszi SDAOSZI031	140.181.146.252	
TR2BB2	Tanksignal			N	TOF-Oszi SDAOSZI031		
TR2DP3	DPX			N	TOF-Oszi & Sonden DAQ	sddsc222 (im BH1 Keller!)	BH1 DAQ Keller: BH1.0.002
TR2DC4	FC	HV abgezogen!	PL	(Y)	FC DAQ Ch. 4		
TR2DF4	FAIR SCR		PL	N	CUPID		
(TR2DG4)	SEM-Gitter		PL	N	DevAcc (wie bisher)		Nicht sensitiv genug!
TR2DP4	DPX			N	TOF-Oszi & Sonden DAQ		
TR3BI1	Tanksignal IH			N	TOF-Oszi		
TR3DC5	FC	keine HV-Buchse!	PL	N	FC DAQ Ch. 5		
TR3DF5	FAIR SCR		PL	N	CUPID		
TR3EF5	EA-IH	Kamera, keine Iris/LED	PL ???	N	CUPID		
TR3BB3	Tanksignal			N	TOF-Oszi & Sonden DAQ		
TR3DP6	DPX			N	TOF-Oszi & Sonden DAQ		
TR4BR1	Tanksignal RFQ			N	TOF-Oszi		
TR4EF1	EA-RFQ	Kamera, keine Iris/LED	PL		CUPID		
TR5DC1	FC	Fixed gain 10 <sup>6</sup> V/A	SM		Oszi DECOSZI004		

# Überblick Pressluft-Antriebe: Geräteliste für GTR\*

- **GTR1DC1\_P**
- **GTR1DF0\_P**
- **GTR1DF2\_P**
- **GTR1DF4\_P**
- GTR1DF8\_P
- GTR1DFDSP
- GTR1DFD\_P
- GTR1DG1\_P
- GTR1DG8\_P
- GTR1DGD\_P
  
- **GTR2DC3\_P**
- **GTR2DC4\_P**
- **GTR2DF3\_P**
- **GTR2DF4\_P**
- GTR2DG3\_P
- GTR2DG4\_P
  
- **GTR3DC5\_P**
- **GTR3DF5\_P**
- **GTR3EF5\_P**
  
- **GTR4DC1\_P**
- **GTR4EF1\_P**
- **GTR4LE1\_P (vorher: GTR4ME1\_P, Achtung Umbenennung!!!)**
- **GTR4ME1\_P (Sollte nichts mehr ansteuern! Oder steuert immer noch den Antrieb an (gleicher Antrieb, aber 2 Nomen?))**

Nicht relevante Geräte in grauer Farbe

Für beide Energie-Analysatoren gibt es Verriegelungen:

**GTR3EF5**

**GTR4EF1**

**Beispiel:**

TR4DC1+TR4EF1  
verr. gegen  
TR4ME1,EA

TR4ME1  
verr. gegen  
TR4EF1,EA

TR4ME1  
verr. gegen  
TR4DC1,EA

Email P. Kainberger:  
Hallo zusammen,  
ich habe die Änderungen in VME übernommen:  
DP\* entfernt  
**GTR4ME1\_P heisst jetzt GTR4LE1\_P**  
Alle anderen Änderungen betreffen die  
Strahl diagnose in der FESA-Welt.  
Gruß  
Peter



# EX.2.013

## Ansicht aller Racks Dezember 2021

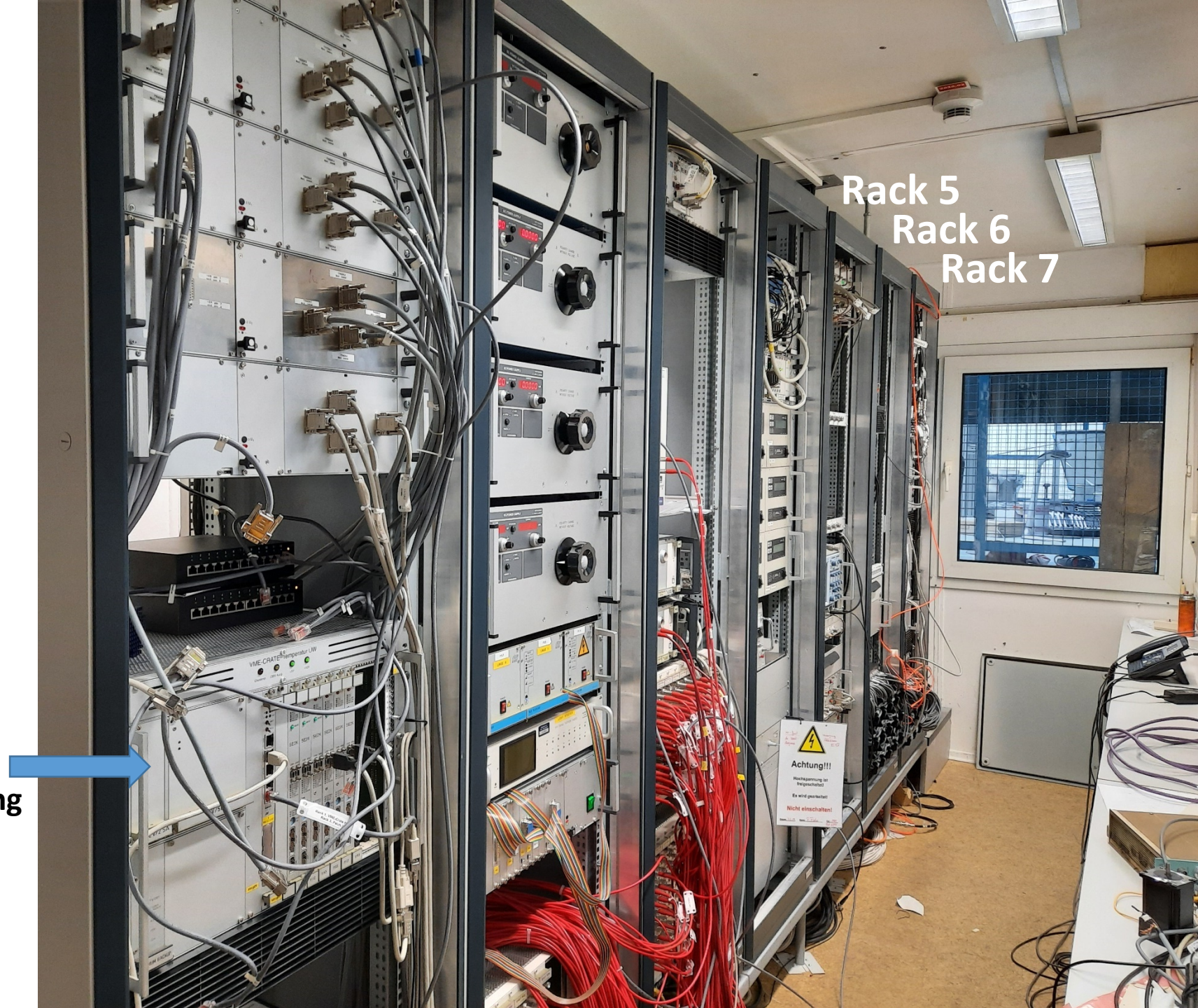
Laut Kabelbeschriftung  
ist Rack 1 im Vordergrund.

Linux PC sdlx050 in Ecke  
hinten rechts installiert als  
lokales Terminal

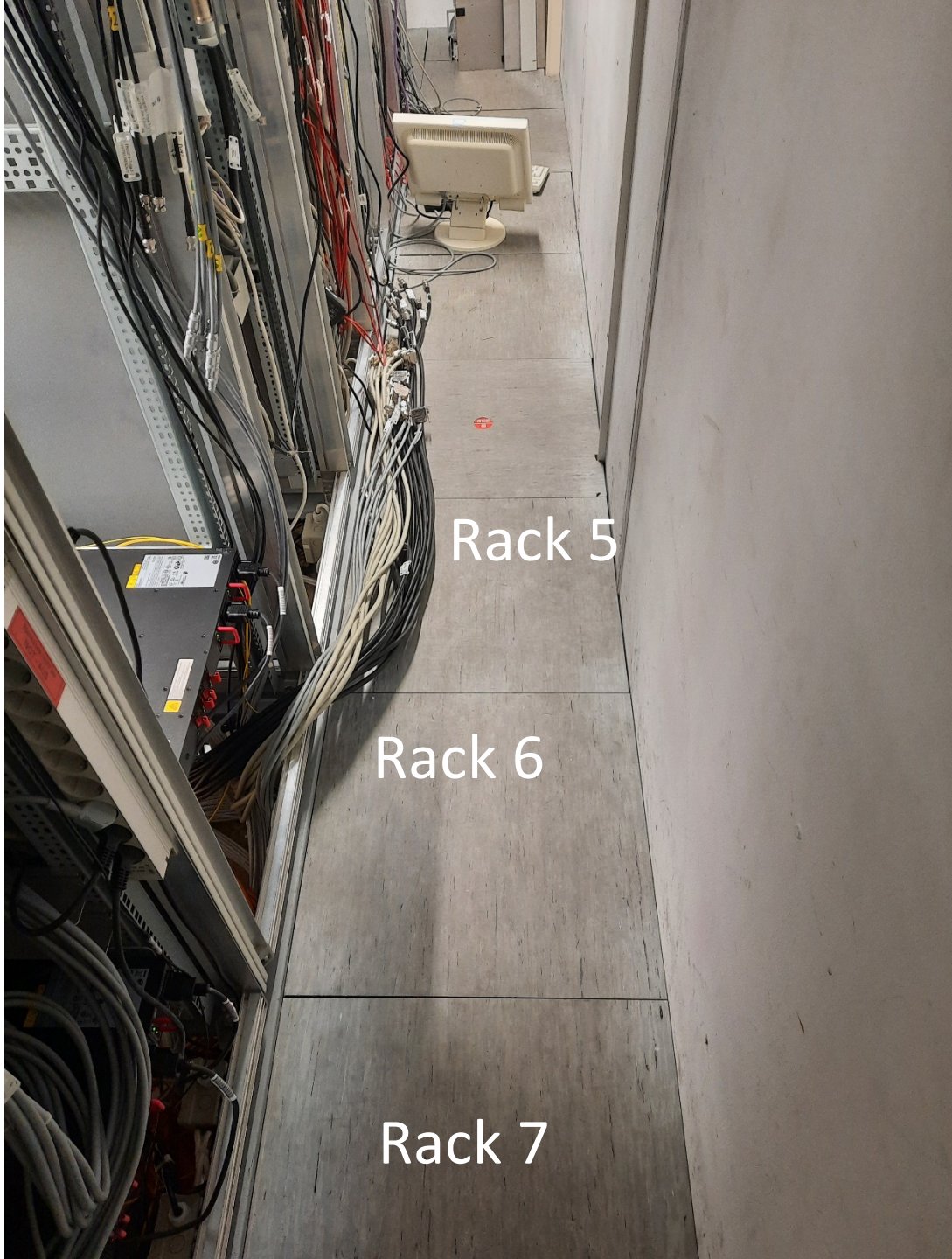
User: spill  
Pwd: siehe vor Ort (let....)

User: areiter  
Pwd: siehe vor Ort

**ACO Ansteuerung**  
**PDX, PG, PLA**







Rack 5

Rack 6

Rack 7



# Rack 5

Phasensonden:

Verstärker Gain: -6 / 28 dB

Oszi SDAOS09 – freie Nutzung:  
user: hitrap (pwd: hitrap)  
Verbindung Remote Desktop

TOF-Oszi SDAOSZI031:

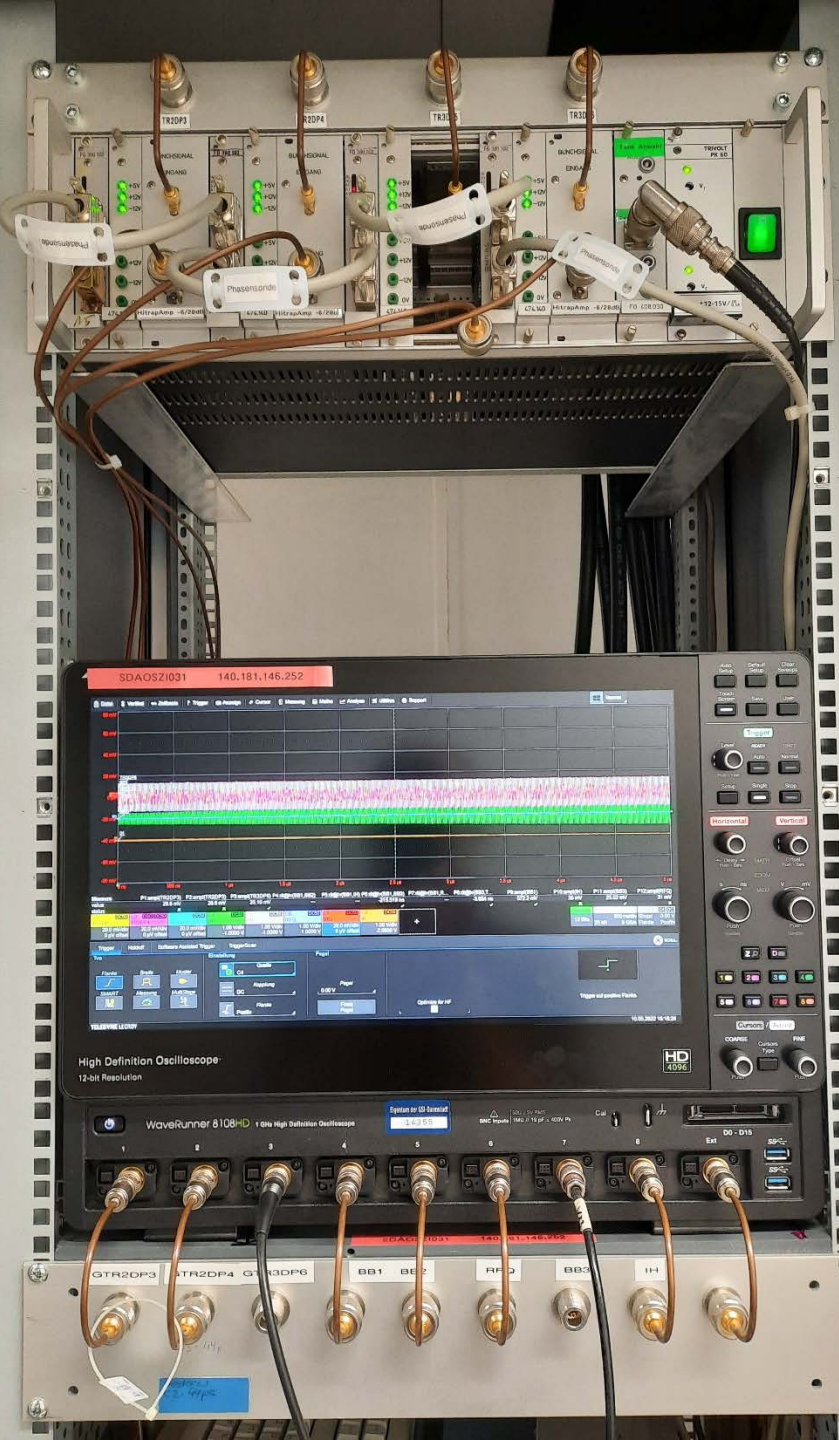
VNC Verbindung (pwd: Hitrap)

PC SDDSC222 für FESA Auslese steht  
im BH1 Keller (DAQ Raum  
BH1.0.002)

Signale von Rohrsonde und  
Diaphragma

Ansteuerung Phasensonden per MIL  
Bus. Bedienung per PropHelper  
möglich.

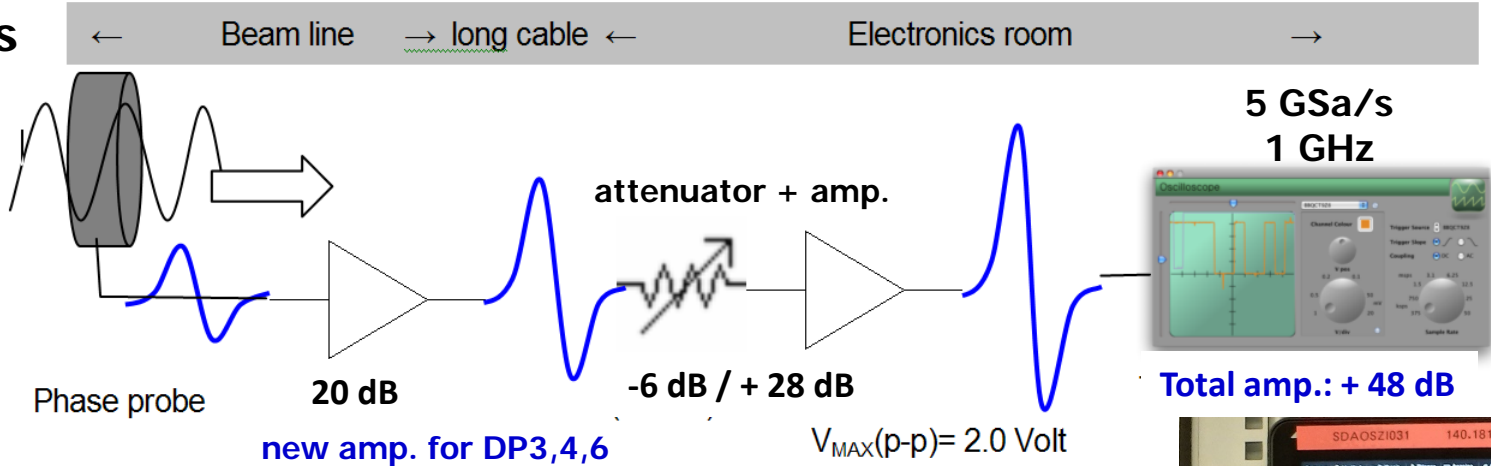
Kanal 2 defekt laut Label am Oszi!





# Hardware & Datenerfassung – neue FESA DAQ mit 8-Kanal UNILAC Oszilloskop

## Electronics and DAQ



LeCroy  
WaveRunner 8108HD  
12 bit oscilloscope  
(pwd: Hitrap)

- GTR2DP3 und GTR2DP4 für Energiemessung ESR Strahl vor IH-DTL
- GTR3DP5 ausgebaut wegen Platzmangels  
⇒ keine absolute Energiemessung, sondern nur Signalüberwachung

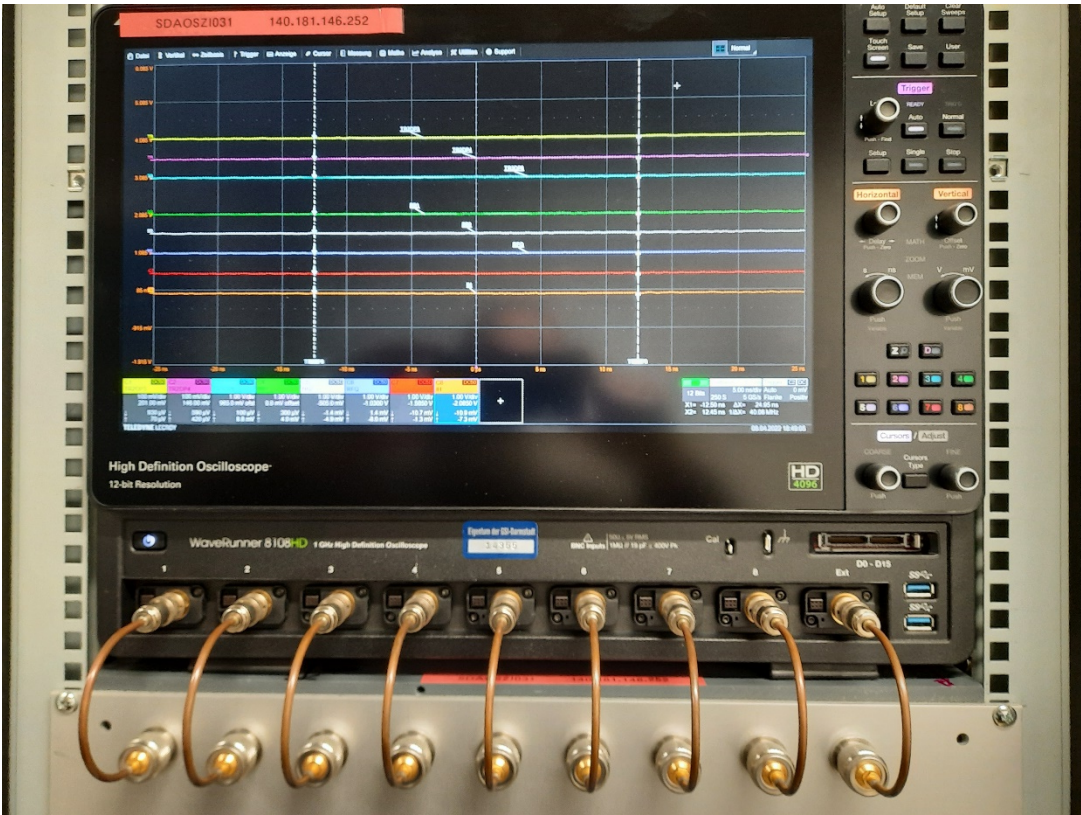
- In PhaseProbe Anwendung gibt es 2 Geräte:

**GHTRDA1DP**  
**GHTRDA2DP**

- Messbereichsanwahl für Sonden:  
Prophelper: Anwahl Sonde für VACC Nr.  
(=Sequenz-ID in WR-Timing für BI Events)
- Write "GAINRNGS" 1 (AUS=-6 dB) oder 8 (AN=+28 dB)
- Ob die Verstärker an sind, erkennt man am Rauschen im Oszi (20 mV/div)

Oscilloscope	SDAOSZI031
Ch 1	GTR2DP3
Ch 2	GTR2DP4
Ch 3	GTR3DP6
Ch 4	GTR2BB1
Ch 5	GTR2BB2
Ch 6	GTR4BR1
Ch 7	GTR3BB3
Ch 8	GTR3BI1

External trigger:  
ESR Extraction & fixed delay  
in combination with RF signal





# Rack 5

108 MHz In: Eingang HF-Master  
 Event 72: Eingang für TTL Puls  
 Kicker-In: Analogsignal Timing Kicker-HV



Nach Evt. 72 wird für 100 ms auf Kicker-signal gewartet und dann für 10  $\mu$ s der HF-Master durchgeschaltet an 2x Out.  
 Rote LED zeigt akzeptierte Trigger.

Testknopf: Simuliert Evt. 72 und Kicker  
 Anstehendes HF-Signal wird ausgegeben.

Synchronisations-Modul für Trigger TOF-Oszi  
 (ESR Kicker, 108 MHz und ext. Timing-Puls)

**Event 72 kommt von GenesSys OUT3** (bisher aus TIF Modul) .  
**TOF-Trigger für Messung muss bei Strahlzeit eingestellt werden.**

Trigger Out geht an Kanal 4 von DECOSZI004.

Beschleuniger-Eventfolge

Hitrap Beschl. 8

19.8.08

Event		Event-Name	Zeit	ZeitDiff. zum Vorgänger	rel. zu Relnj.
dezimal	hex		$\mu$ sec	$\mu$ sec	$\mu$ sec
32		EVT_START_CYCLE	1	1	-199739
74		EVT_PREP_RE_INJ	35	34	-199705
181		EVT_TIMING_EXTERN	100035	100000	-99705
77		EVT_MK_LOAD_RE_INJ	170035	70000	-29705
16		EVT_PREP_NEXT_ACC	190035	20000	-9705
19		EVT_PREP_UNI_DIAG	196535	6500	-3205
1		EVT_START_RF	199035	2500	-705
104		EVT_DG_TRIGGER	199670	635	-70
6		EVT_BEAM_ON	199705	35	-35
72		EVT_RE_INJ_START	199740	35	0
12		EVT_STOP_RF	200000	260	260
29		EVT_UNI_END_CYCLE	200740	740	1000
73		EVT_RE_INJ_END	201740	1000	2000
180		EVT_TIMING_LOCAL	299740	98000	100000
55		EVT_END_CYCLE	299775	35	100035
0		EVT_PZ_CHANEND	299805	30	100065



# Rack 6

DECOSZI004 mit Signalen:

Rohrsonde TR2D2R (0/20/40 dB)

Diaphragma (fixed gain)

TR5DC1 (fixed gain)

Kicker-synchronised Trigger Out (100 mV Puls)

Bemerkung:

- Rohrsonde wird auch im FC System erfasst. Anbindung an Struck ADC erzeugt leichten positive Offset.
- Anpassung für Rohrsonden-Femto HVA-S erfolgt. Spezielles Kabel an Konnektorbox für Einspeisung der Spannungsversorgung.
- TR1DC1 nicht mit Fernversorgung (erhöhtes Rauschen)!

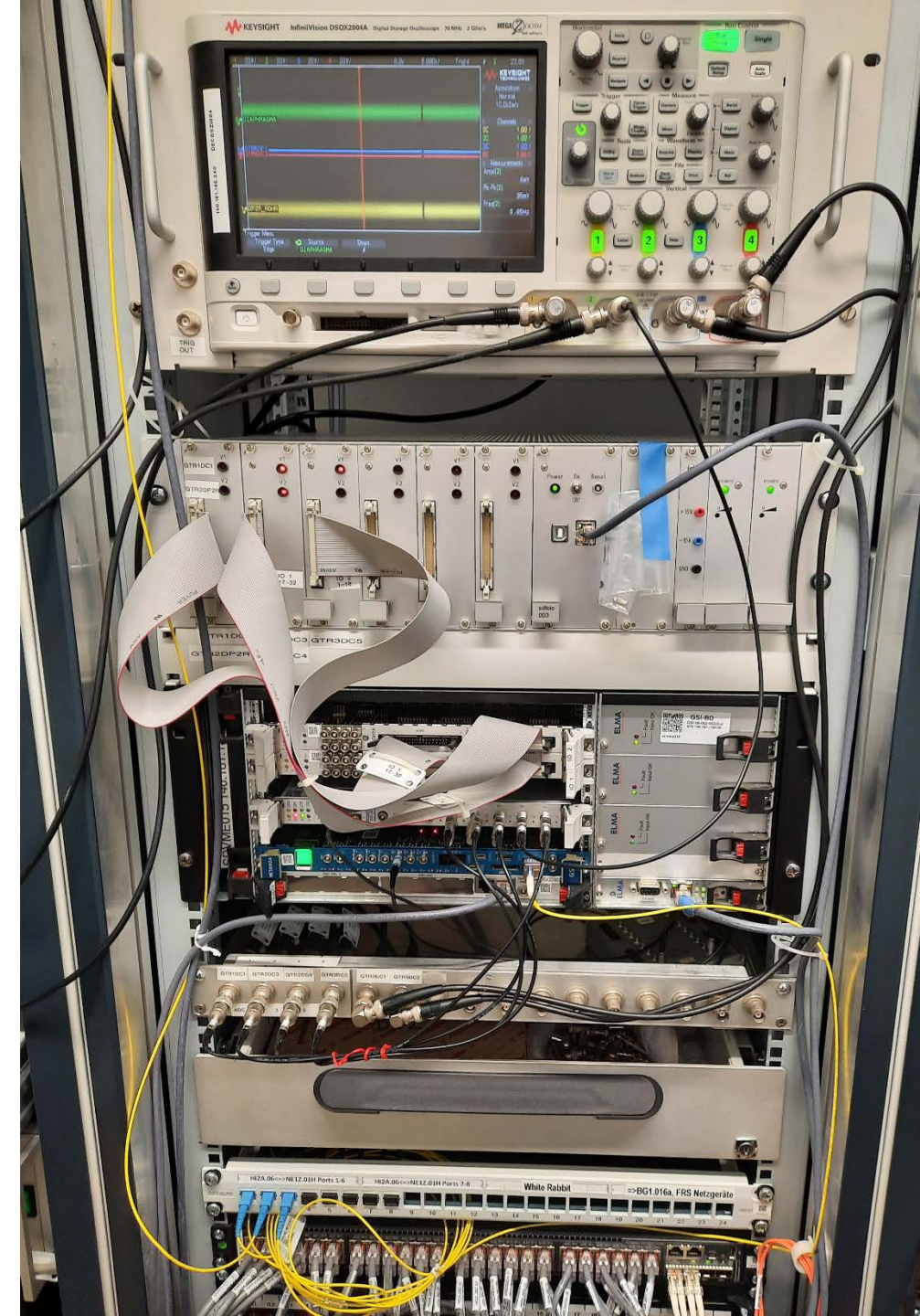
70 MHz Oszilloskop

DECOSZI004

140.181.146.240

Konnektorbox

FC DAQ System  
sddsc030



# Faraday Cups

Device	Bandwidth	VME DAQ System	Remote Gain Control	Oscilloscope DECOSZI004
Diaphragma	Femto DHPKA-100	No	No ( $10^5$ V/A)	Yes
GTR1DC1	Femto DHPKA-100	Yes	Yes	No
Rohrsonde GTR2DP2R	Femto HVA-S, BW = 150 MHz	Yes	Yes	Yes
GTR2DC3	Femto DHPKA-100	Yes	Yes	No
GTR2DC4	Femto DHPKA-100	Yes	Yes	No
GTR3DC5	Femto DHPKA-100	Yes	Yes	No
GTR5DC1	Femto DHPKA-100	No	No ( $10^6$ V/A)	Yes
<del>(GTR5DC2)</del>	<del>Femto DHPKA-100</del>	<del>No</del>	<del>No</del>	<del>Yes</del>

GTR5DC2 in Richtung Strahl von Plattform orientiert!  
Nicht für HITRAP Messung geeignet!

Lokaler Betrieb des DAQ Systems für Tests:

- 1. Im bi-launcher gibt es einen neuen Tab 'Hitrap' (launcher refreshen oder neu starten).
- 2. Auf dem FEC (sddsc030) kann ein minimales Timing simuliert werden:

```
cd /home/braeun/frontend/timing/dm/tests/  
saft-dm tr0 -p -n 10000 hitrap_cups.dm
```

Um Meßbereiche zu setzen, muß man im GUI für das Timing manuell Beamprozess 1 einstellen:

=> Select direct:      Access by: Beam Process      Index: 1



# Rack 6

Genesys System SDDSC021 in Crate SDVME007

Timing-Generator für allgemeine Zwecke.

Ausgänge

OUT1: reserviert für Experiment  
OUT2: reserviert für Experiment  
OUT3: BEA "Event 72" Eingang des Synchronisations-Modul  
IO1: BEA  
IO2: BEA  
IO3: BEA DECOSZI004, ext. Trigger

**Genesys starten (Achtung Spezialversion! Standard aus APP Launcher funktioniert hier nicht.)**

Zugang:

```
ssh -X areiter@asl340 (pwd= moh4utz)
```

```
>>> cd /home/sd/areiter/lnx/HITRAP/Genesys/bin
```

```
>>> ./genesys-gui.sh
```

## DECOSZI004

Ch. 1: Rohrsonde  
Ch. 2: Diaphragma  
Ch. 3: GTR5DC1  
Ch. 4: Trig. Kicker (HF-synch. Ausgang des Synchronisations-Moduls)





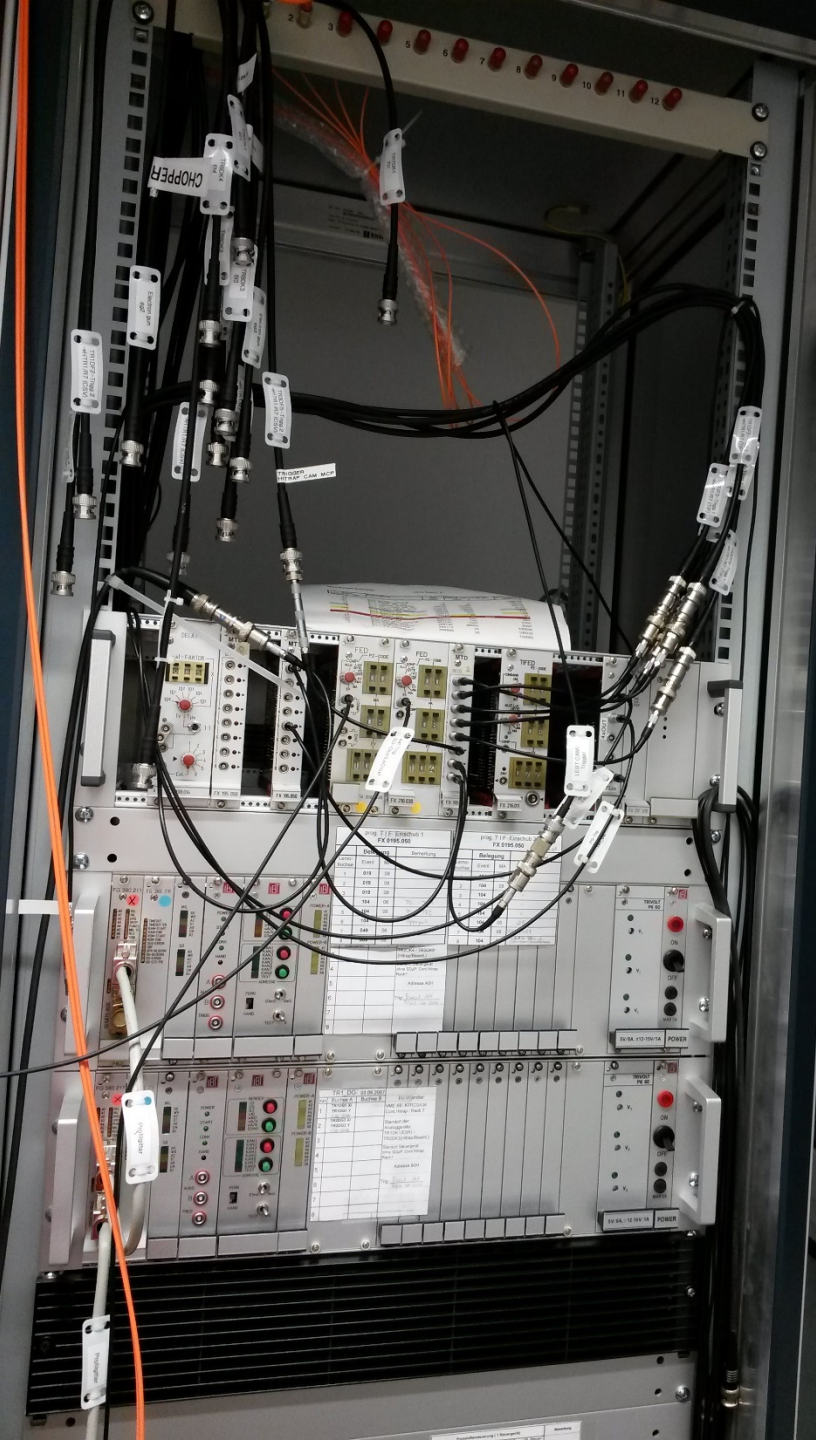
# Rack 7

**Rack 7 unverändert!**

← ESR Timing läuft an alten TIF-Modulen.

IBT Pressluft-Steuerung →

← IBT PG-Elektronik





Pressluft-Belegung

	Sammler- post	VME- Adresse	PL-Steuern- gerät
Gruppe 1 Sammeler 1 TR1DK1			
1	TR1 DG1_P	60hex	K1-o
2	frei	61	K1-u
3	TR1 DC1_P	62	K2-o
4	TR1 DF2_P	63	K2-u
5	TR1 DF0_P	64	K3-o
6	TR2 DG3_P	65	K3-u
7	TR2 DC3_P	66	K4-o
8	TR2 DC3_P	67	K4-u
Gruppe 2 Sammeler 2 TR2DK2			
9	TR2 DF3_P	68	K5-o
10	frei	69	K5-u
11	frei	6A	K6-o
12	frei	6B	K6-u
13	TR2 DG4_P	6C	K7-o
14	TR2 DC4_P	6D	K7-u
15	TR2 DC4_P	6E	K8-o
16	frei	6F	K8-u
17	frei	70	K9-o
18	frei	71	K9-u
Gruppe 3 Sammeler 3 TR2DK4			
19	TR4 DC1	72	K10-o
20	TR4 EF1	73	K10-u
Gruppe 4 Sammeler 4 TR3DK5			
21	TR3 DF5_P	74	K11-o
22	frei	75	K11-u
23	TR3 EF5	76	K12-o
24	TR3 DC5(ES5)	77	K12-u
Gruppe 5 Sammeler 5			
25	frei	78	K13-o
26	frei	79	K13-u
27	frei	7A	K14-o
28	frei	7B	K14-u
29	frei	7C	K15-o
30	frei	7D	K15-u
31	n.bel.	7E	
32	n.bel.	7Fhex	K= Karte/ Modul

19	Gruppe 3 Sammeler 3 TR2DK4	1	TR2 DG4_P	6C	K7-o
14		2	TR2 DC4_P	6D	K7-u
15		3	TR2 DF4_P	6E	K8-o
16		4	frei	6F	K8-u
17		5	frei	70	K9-o
18		6	frei	71	K9-u
19		1	TR4 DC1	72	K10-o
20		2	TR4 EF1	73	K10-u
21	Gruppe 4 Sammeler 4 TR3DK5	3	TR3 DF5_P	74	K11-o
22		4	frei	75	K11-u
23		5	TR3 EF5	76	K12-o
24		6	TR3 DC5(ES5)	77	K12-u
25		1	frei	78	K13-o
26		2	frei	79	K13-u
27		3	frei	7A	K14-o
28		4	frei	7B	K14-u
29		5	frei	7C	K15-o
30		6	frei	7D	K15-u
31			n.bel.	7E	
32			n.bel.	7Fhex	K= Karte/ Modul



Energie-Analysatoren

Rack 7  
Pressluft-Belegung



# Lokaler Kontrollraum EX.2.012 - CUPID Hardware

- White Rabbit: 8-adriges LWL Kabel wurde verlegt.
- Start: BG1.016a (Netzeräte FRS), Rack NE1Z
- Ziel: EX.2.012, oben im 1. Rack von links, 2. HE
- ACO: 20-Port ACC-Switch installiert



sddsc133

sdmch067





## Kanalbelegung

Ch. 1	TR1DF0
Ch. 2	TR1DF2
Ch. 3	TR2DF3
Ch. 4	TR2DF4
Ch. 5	TR3DF5
Ch. 6	TR4EF1 (EA)
Ch. 7	nicht belegt
Ch. 8	TR3EF5 (EA)

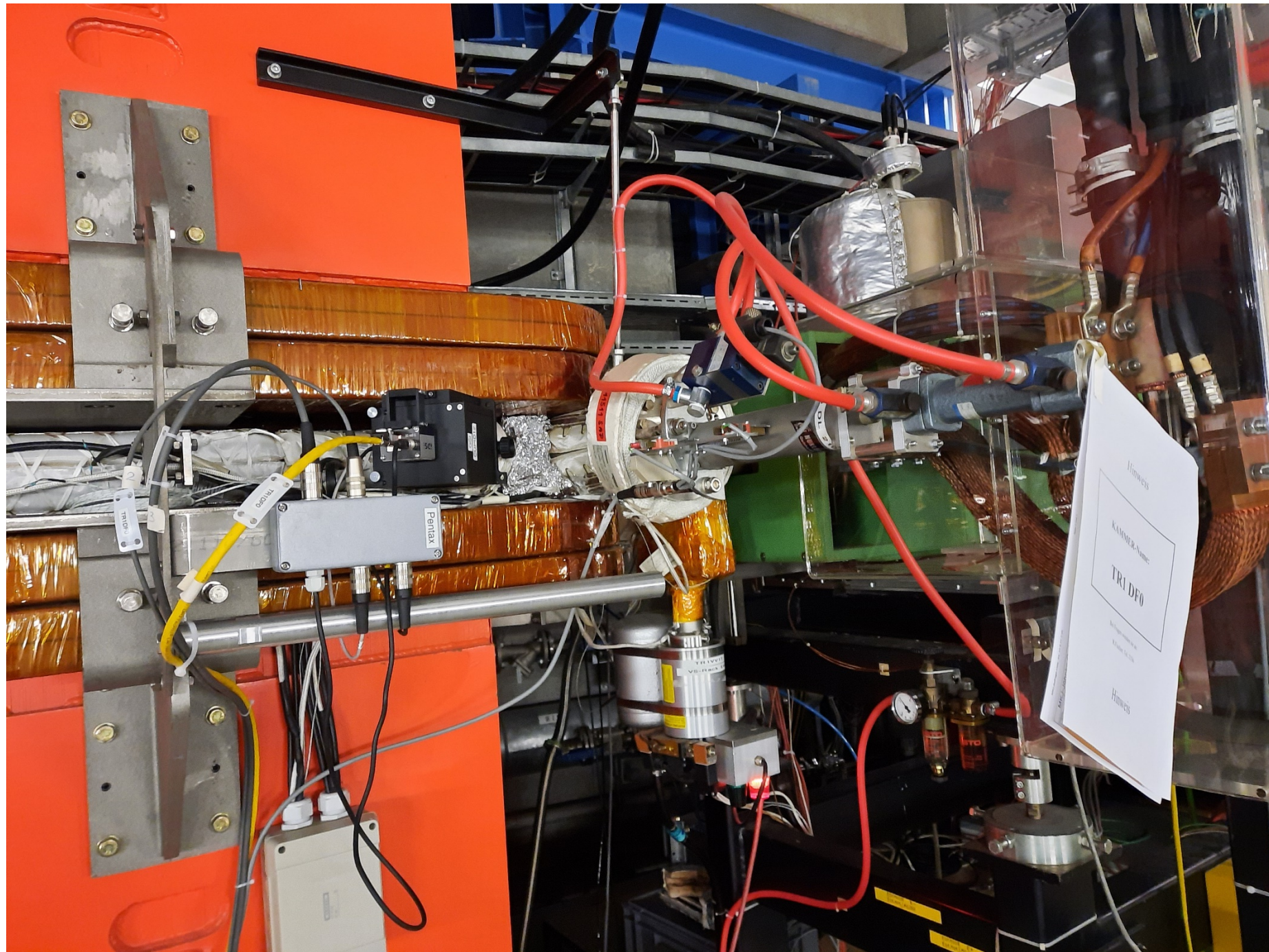


„Rote“ Kanäle für Energie-Analysatoren mittlerweile angeschlossen.



# GTR1DF0

ESR Ausschuss

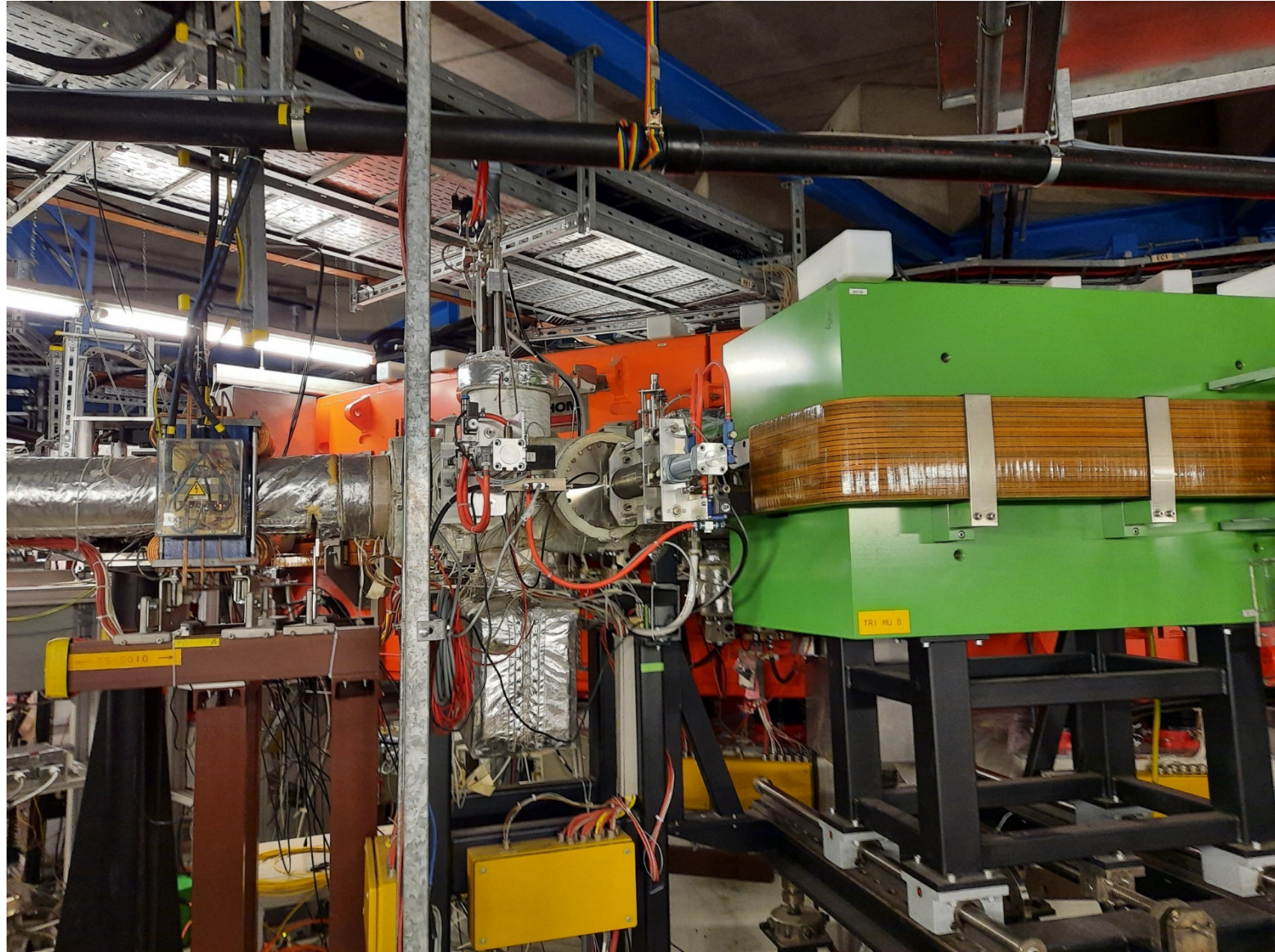




# GTR1DC1

DC3: Lokales Netzteil, keine Fernversorgung über Konnektorbox.

HV-Kabel aufgesteckt:  
Rauschen und Spikes auf  
Signal!





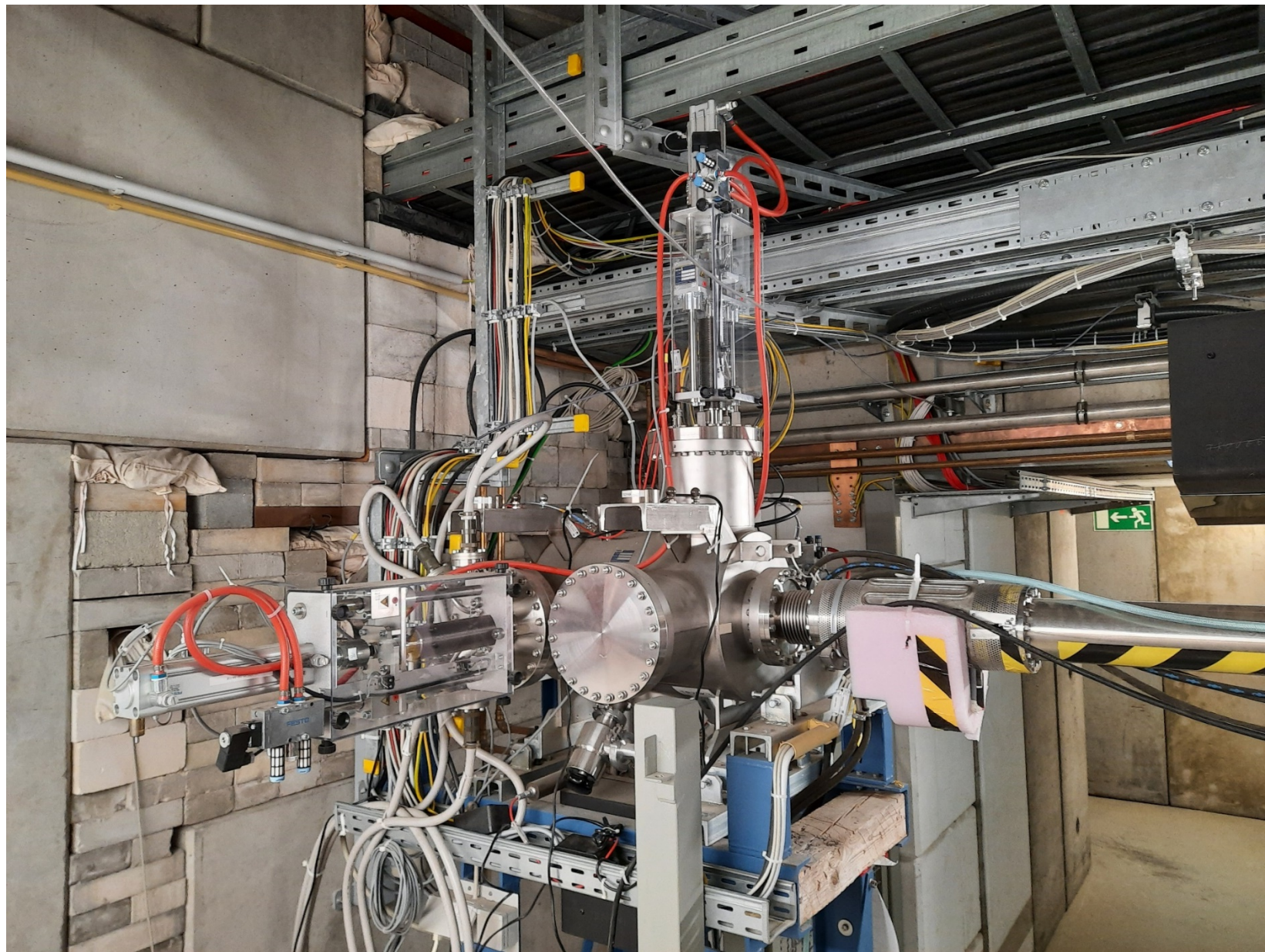
GTR1DF2





GTR2DP2R  
Diaphragma  
[GTR2DG3]  
GTR2DF3  
GTR2DC3

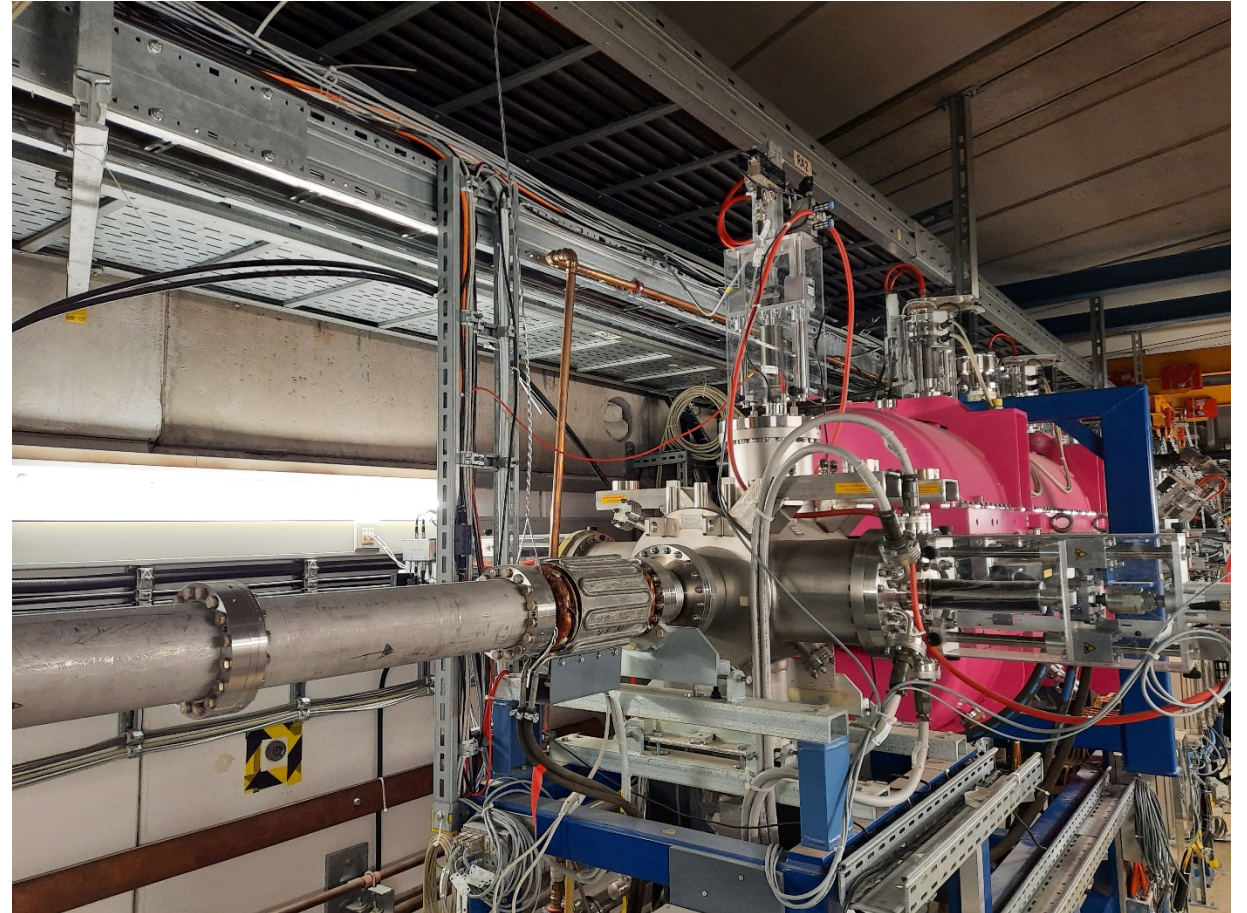
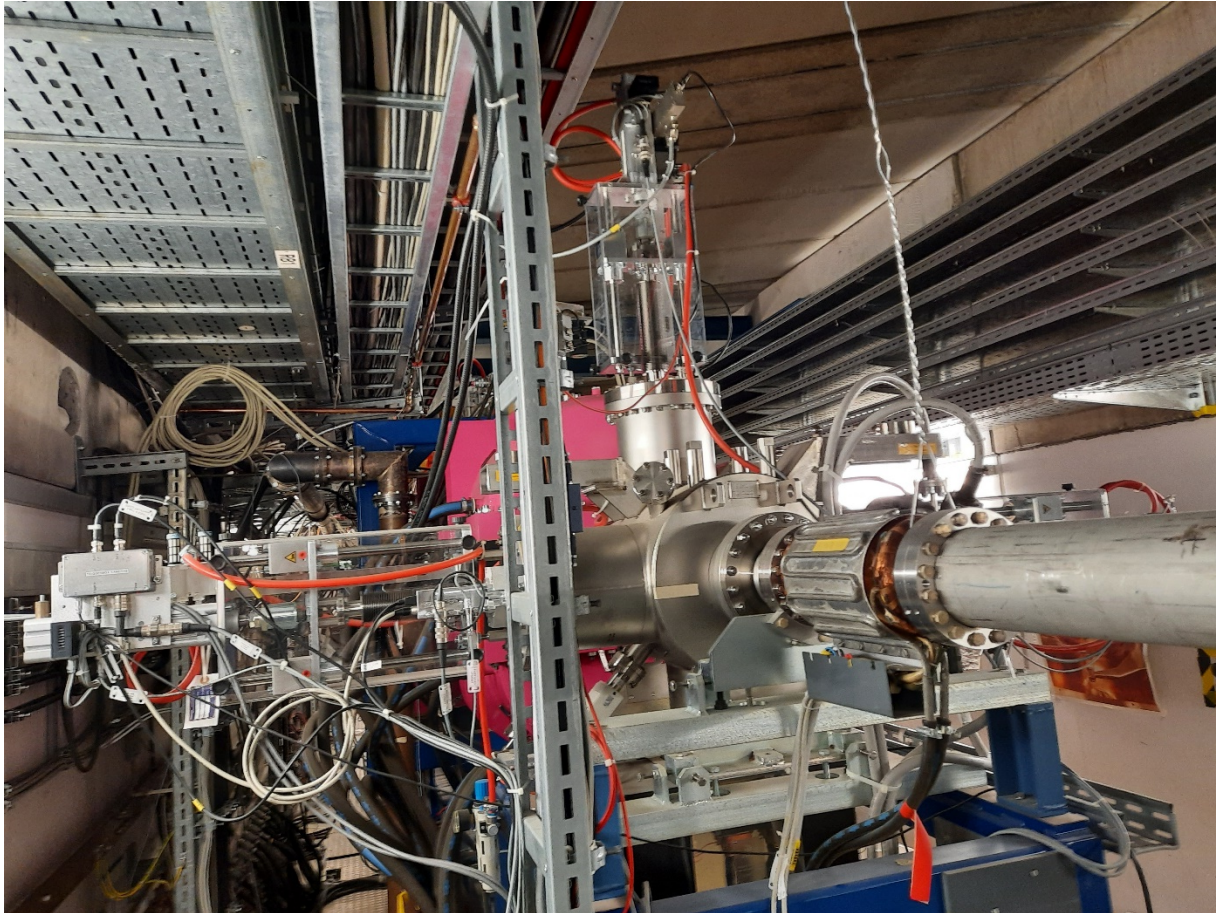
DC3: HV-Kabel abgezogen!





# [GTR2DG4] GTR2DF4 & GTR2DC4

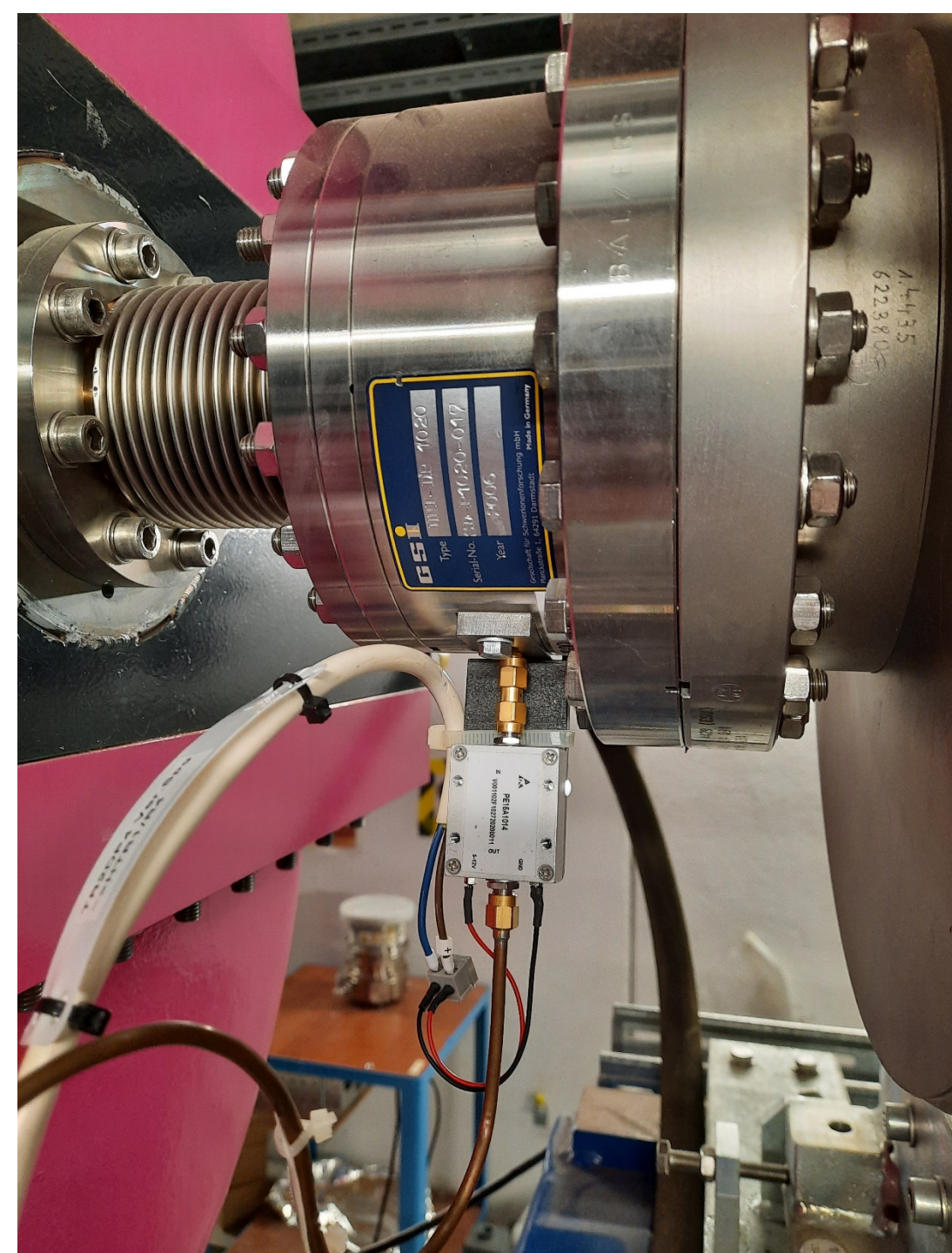
DC4: HV-Kabel abgezogen! Signal trotzdem nicht so gut, aber "brauchbar".





# GTR2DP3 & DP4: Phase Probes, type DP 1020

- Spannungsversorgung: Netzteil in Rack 5 mit Verbindung zu Mini-Rack vor IH-DTL im Tunnel. Von dort Verzweigung an die drei Verstärker für DP3, DP4, DP6
- Neue Vorverstärker für DPx: Pasternack PE15A1014, low-noise amplifier  $\sim 20$  dB gain, BW = 50 MHz – 1 GHz, noise figure: 0.6 dB



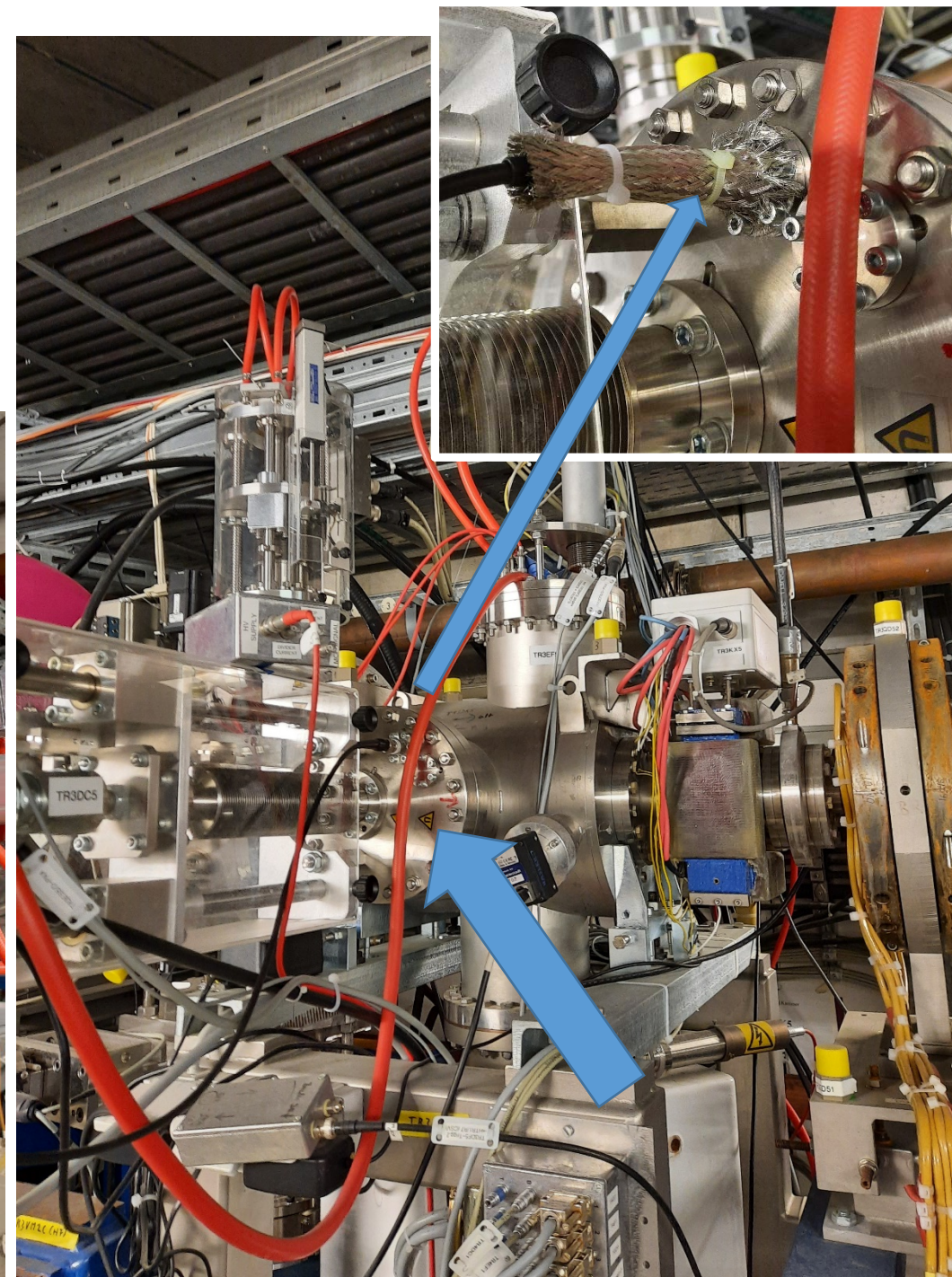
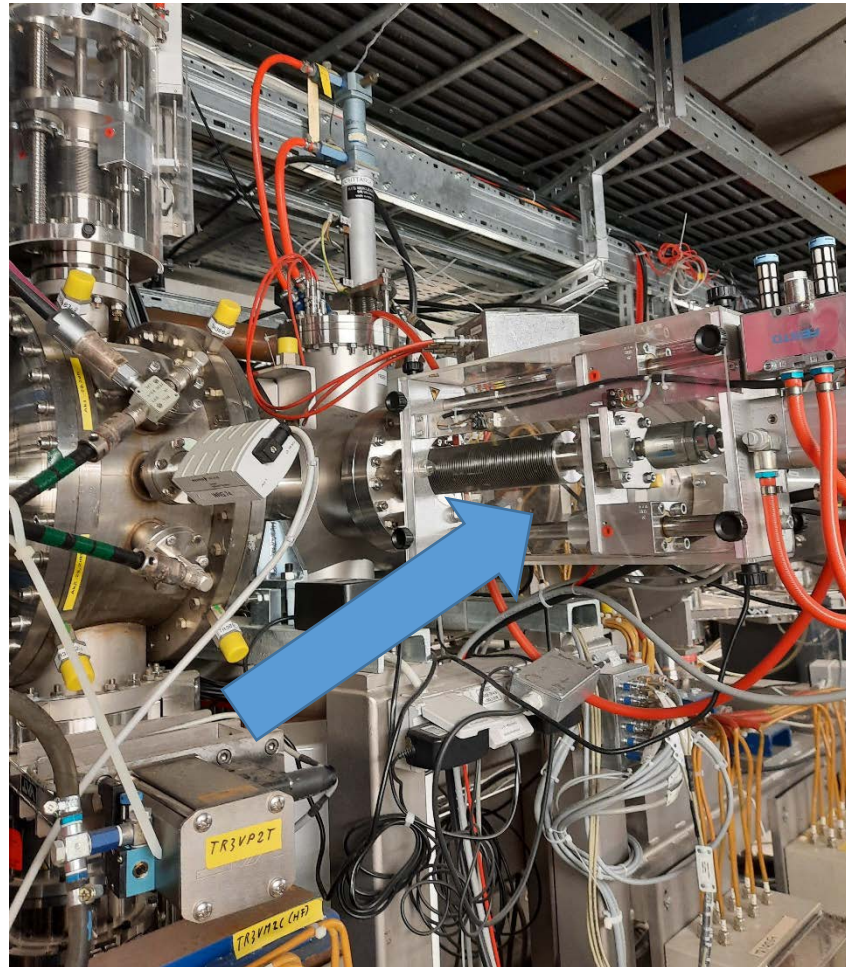


# GTR3DC5

Besonderheit: FC ohne HV-Versorgung (DN 16CF mit Blindflansch)  
Störungen deutlich größer als bei GTR2DC3.

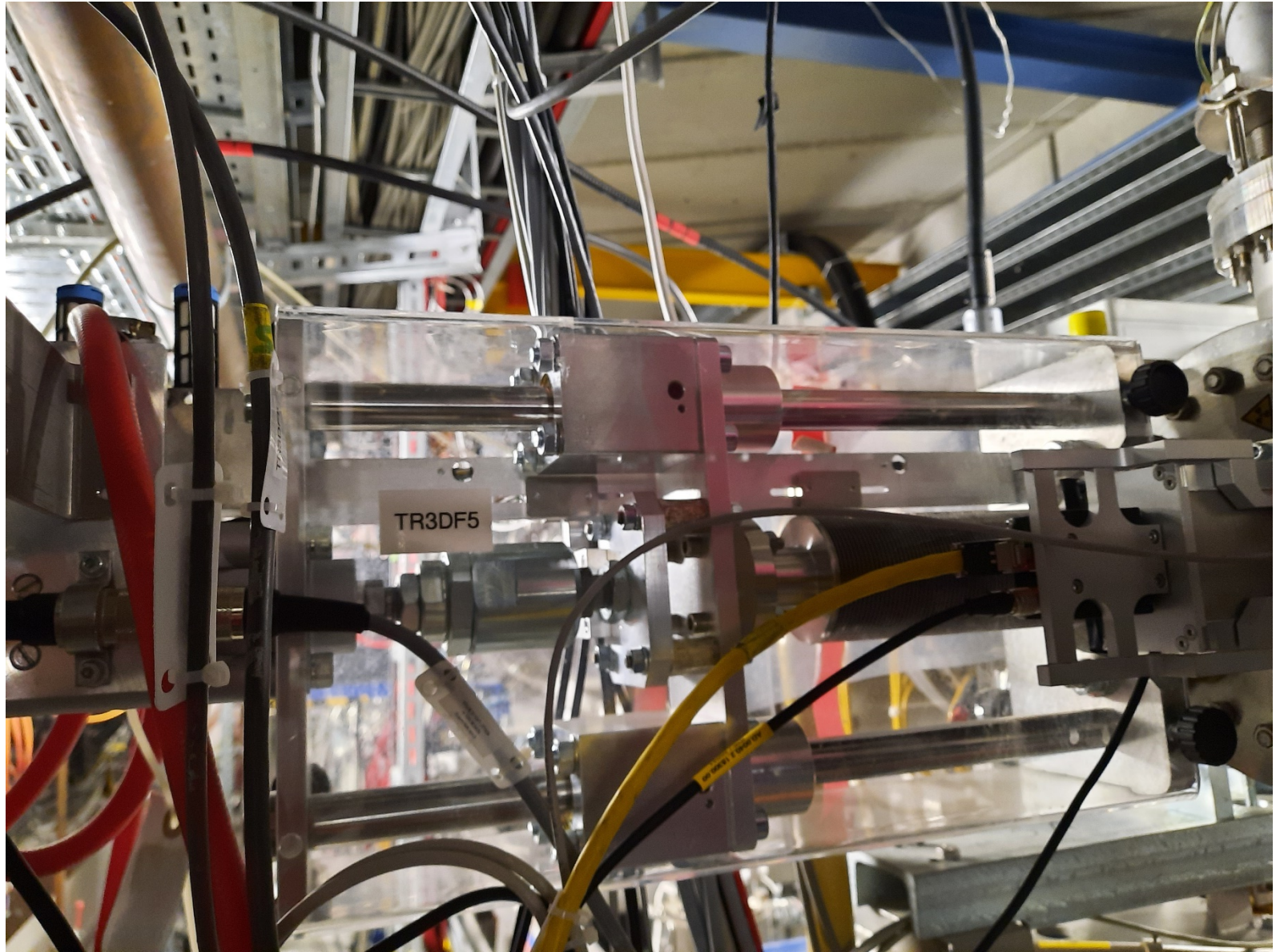
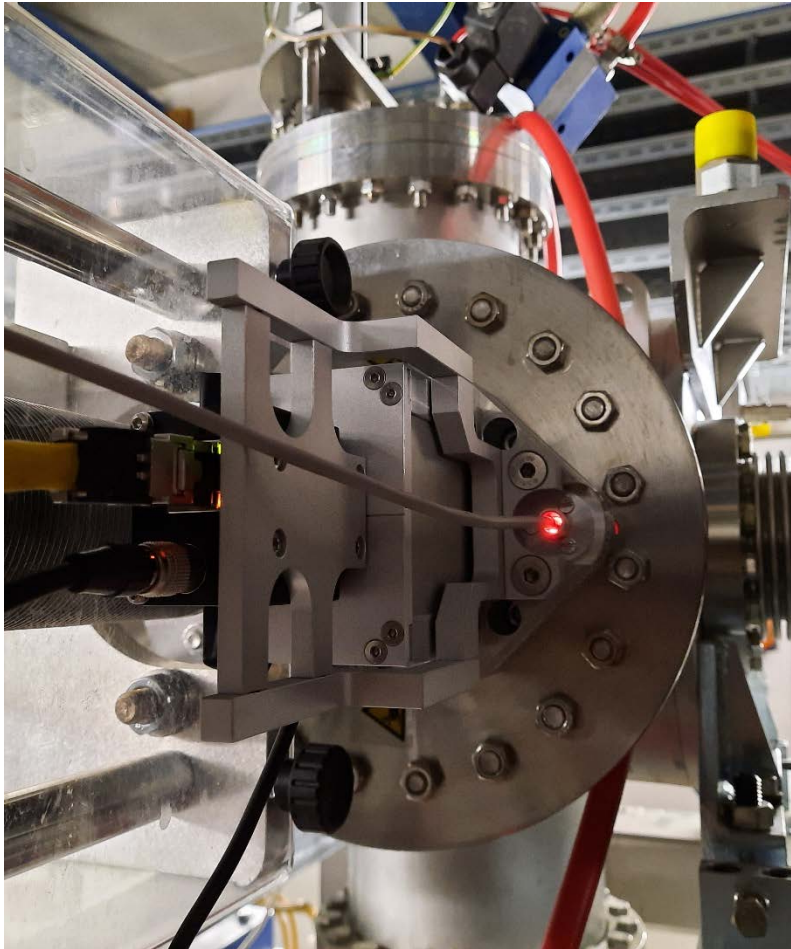
**Ursache:**  
⇒ Isolierte Signalebuchse!!!!

**Verbindung zwischen Buchse und Kabelschirm fehlt!  
Muss separat "kontaktiert" werden (Drahtgeflecht)!  
Siehe Bild.**



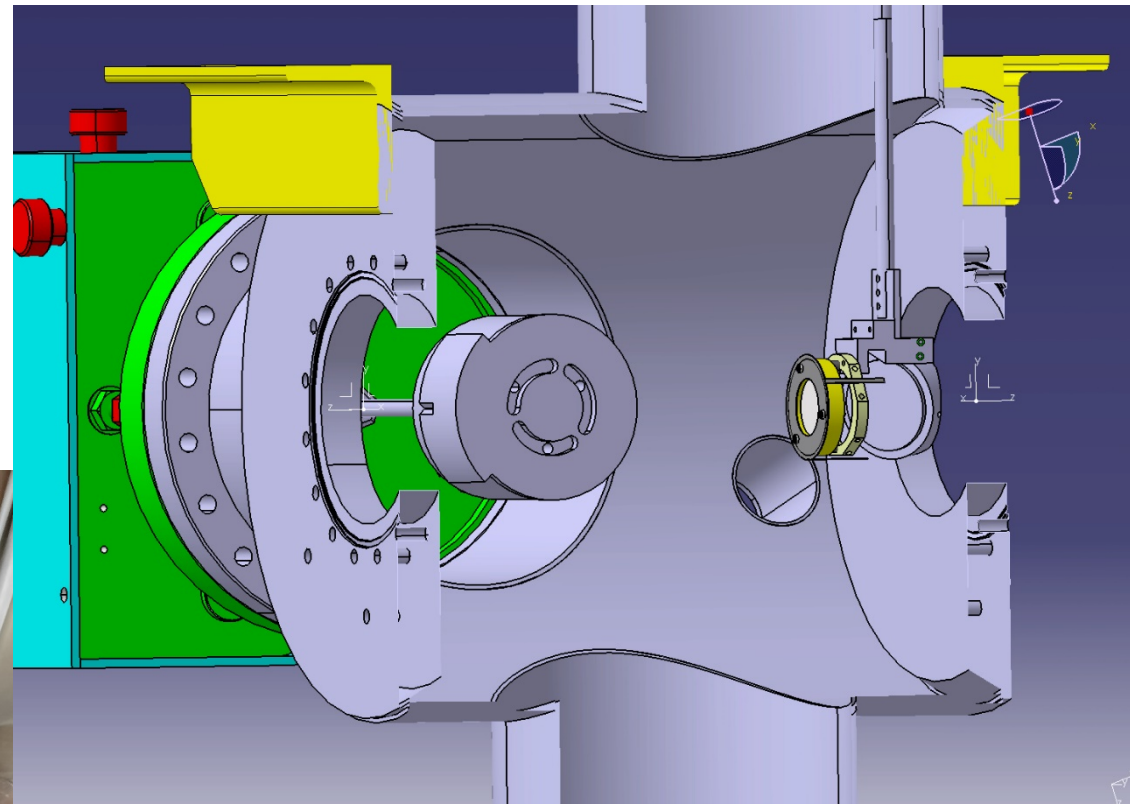
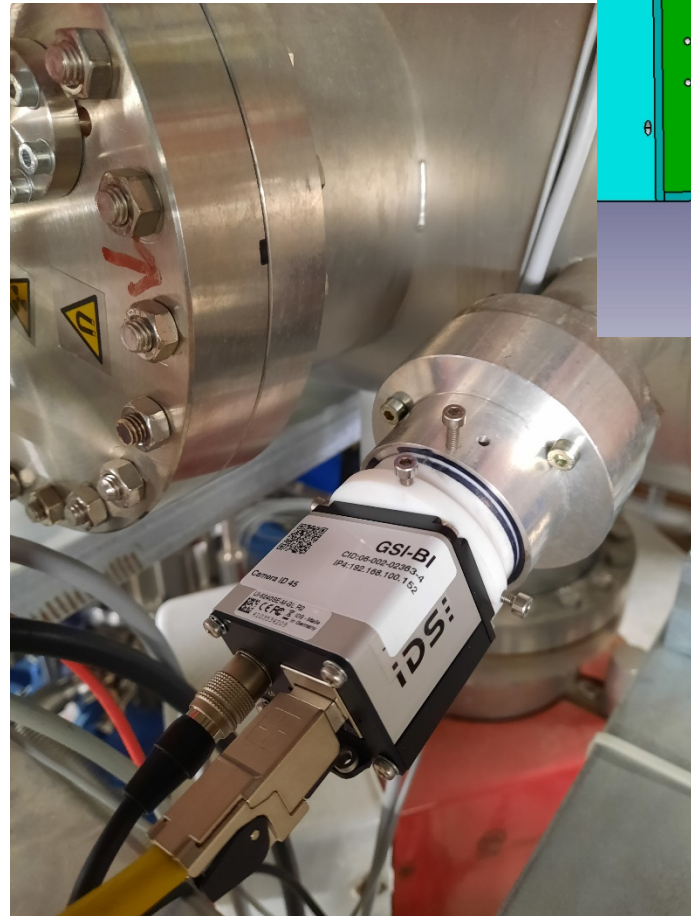
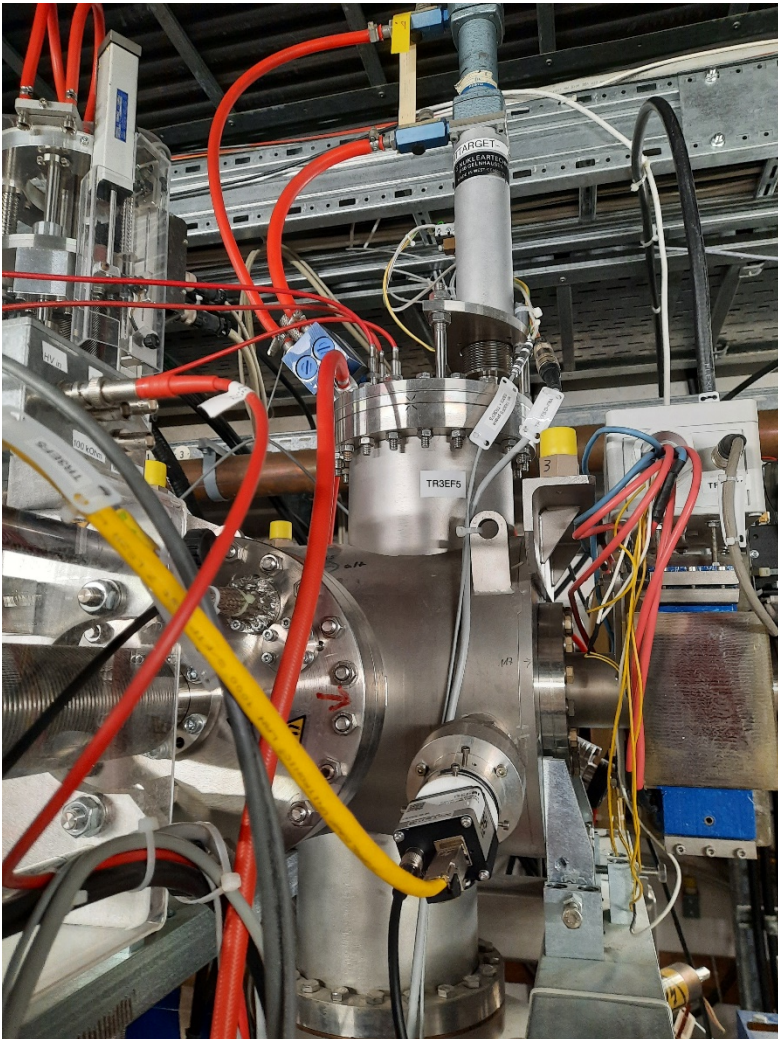


# GTR3DF5





# GTR3EF5: EA-IH



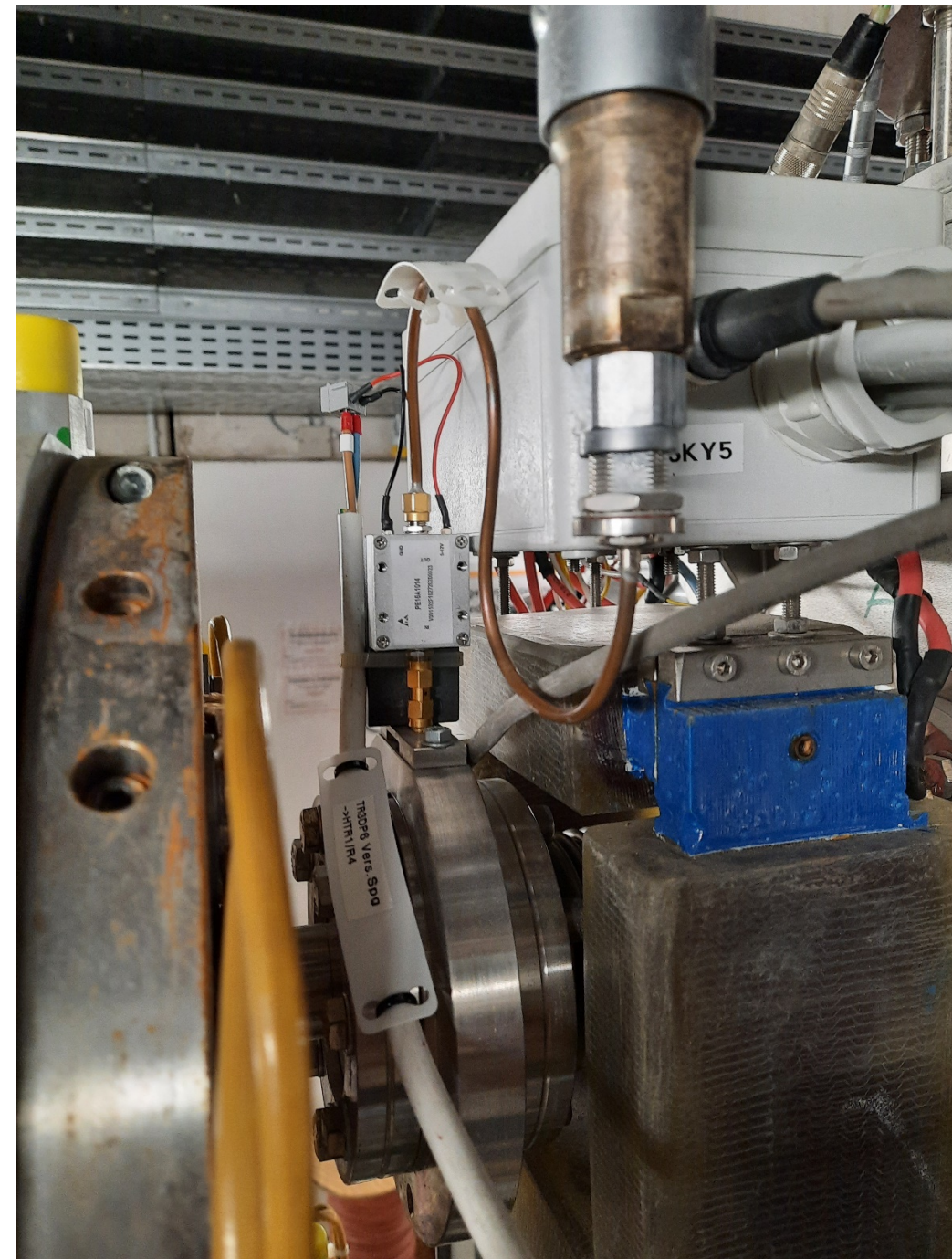
Leuchschirm GTR3DF5 (von links)  
verriegelt mit GTR3DC5 (von rechts)  
Dipol und Stromauslese  
und GTR3EF5 (von oben)

MCP, Leuchschirm und Spiegel



# GTR3DP6

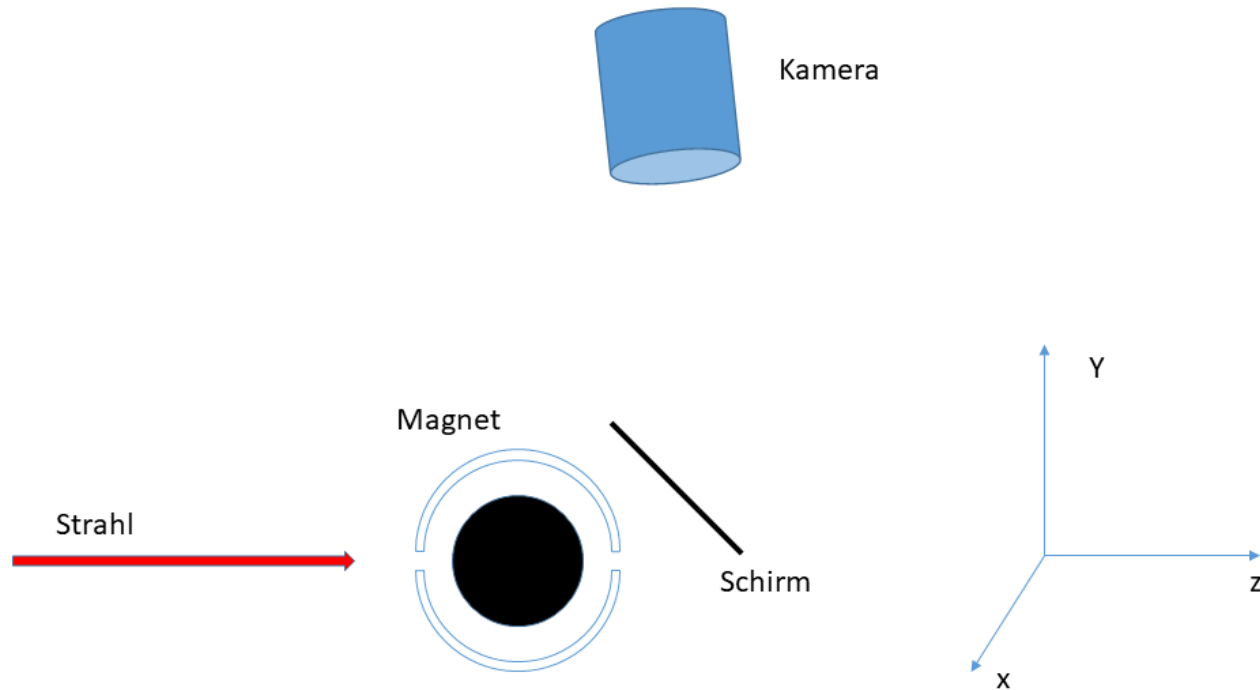
Nach Montage des neuen Vorverstärkers  
Sensitivität Sonde  $\sim 50 \mu\text{V}/\mu\text{A}$   
Gain Verstärker  $\sim 20 \text{ dB}$   
Bisher kein Verstärker im Tunnel!





# GTR4EF1: EA-RFQ

RFQEA (GTR4EF1)



Von links: TR4DC1 = Magnet mit Schlitz (kein FC, keine Auslese!)

Von unten: TR4ME1 = Einzellinse (neuer Name: GTR4LE1)

Von rechts: TR4EF1 = MCP+Leuchtschirm

Entweder TR4ME1 in Strahl oder die anderen beiden Geräte des EA.





# [GTR5DF1 & GTR5DF2] GTR5DC1 & (GTR5DC2)

Faraday Cup GTR5DC1 wird mit fester Verstärkung  $10^6$  V/A ausgelesen über Osiz DECOSZI004.

Signal = Kabel B (Kabel A, C, D mit 50 Ohm terminiert)

Der Leuchtschirm wird nicht ausgelesen, sondern nur das Stromsignal des MCPs, das über einen Kondensator ausgekoppelt wird.

